

08.7.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/010078

REC'D 29 JUL 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月17日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-276272
[ST. 10/C]: [JP2003-276272]

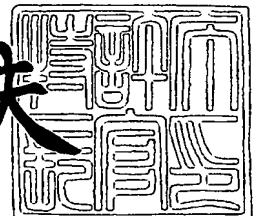
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3053899

【書類名】 特許願
【整理番号】 2003-02385
【提出日】 平成15年 7月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F02D 45/00
F02D 41/02
F02D 41/04
F02D 41/14

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 合屋 陽一郎

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 守谷 栄記

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代表者】 齋藤 明彦

【代理人】
【識別番号】 100077481
【弁理士】
【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】
【識別番号】 100088915
【弁理士】
【氏名又は名称】 阿部 和夫

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0308146

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

筒内圧力を検出する筒内圧検出手段と、

前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、

前記演算手段により吸気行程中の少なくとも 2 点について算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内に吸入される空気の量を算出する吸入空気量算出手段とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記制御パラメータは、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記吸入空気量算出手段は、前記 2 点間における前記制御パラメータの差分に基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記吸入空気量算出手段は、前記 2 点間における前記制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記制御パラメータが算出される前記 2 点は、吸気弁の開閉タイミングに応じて設定されることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の吸入空気量算出方法であって、

(a) 筒内圧力を検出するステップと、

(b) ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、

(c) 吸気行程中の少なくとも 2 点について算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内に吸入される空気の量を算出するステップとを含む内燃機関の吸入空気量算出方法。

【請求項 7】

前記制御パラメータは、ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であることを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

【請求項 8】

ステップ (c) では、前記 2 点間における前記制御パラメータの差分に基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

【請求項 9】

ステップ (c) では、前記 2 点間における前記制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて前記筒内に吸入される空気の量を算出することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

【請求項 10】

前記制御パラメータが算出される前記 2 点を、吸気弁の開閉タイミングに応じて変化させることを特徴とする請求項 6 から 9 の何れかに記載の内燃機関の吸入空気量算出方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置および吸入空気量算出方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から、内燃機関の制御装置として、圧縮行程中の 2 点において検出された筒内圧力に基づいて、筒内に吸入された空気の量を算出するものが知られている。（例えば、特許文献 1 参照。）この内燃機関の制御装置は、圧縮行程中の点火時期前の 2 点において検出された筒内圧力の偏差を求め、予め用意されているマップ（テーブル）から、求めた偏差に対応する空気量を読み出す。そして、当該制御装置は、上述のようにして求めた空気量に対応した量の燃料をインジェクタから筒内に噴射させる。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開平 9 - 5 3 5 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、吸入空気量と、圧縮行程中の点火時期前の 2 点において検出された筒内圧力の偏差との関係を高精度に規定するマップを作成する容易なことではなく、結局のところ、従来の内燃機関の制御装置では、吸入空気量を精度よく求めることは困難となっていた。

【0 0 0 5】

そこで、本発明は、筒内に吸入された空気の量を低負荷で精度よく算出可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明による内燃機関の制御装置は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、演算手段により吸気行程中の少なくとも 2 点について算出された制御パラメータに基づいて、筒内に吸入される空気の量を算出する吸入空気量算出手段とを備えることを特徴とする。

【0 0 0 7】

この場合、制御パラメータは、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であると好ましい。

【0 0 0 8】

また、吸入空気量算出手段は、上記 2 点間における制御パラメータの差分に基づいて筒内に吸入される空気の量を算出すると好ましい。

【0 0 0 9】

更に、吸入空気量算出手段は、上記 2 点間における制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量を算出すると好ましい。

【0 0 1 0】

また、制御パラメータが算出される上記 2 点は、吸気弁の開閉タイミングに応じて設定されると好ましい。

【0 0 1 1】

本発明による内燃機関の吸入空気量算出方法は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の吸入空気量算出方法であって、

(a) 筒内圧を検出するステップと、

(b) ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、
(c) 吸気行程中の少なくとも 2 点について算出された制御パラメータに基づいて、筒内に吸入される空気の量を算出するステップとを含むものである。

【0012】

この場合、制御パラメータは、ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であると好ましい。

【0013】

また、ステップ (c) では、上記 2 点間における制御パラメータの差分に基づいて筒内に吸入される空気の量を算出すると好ましい。

【0014】

更に、ステップ (c) では、上記 2 点間における制御パラメータの差分と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量を算出すると好ましい。

【0015】

また、制御パラメータが算出される上記 2 点を、吸気弁の開閉タイミングに応じて変化させると好ましい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、筒内に吸入された空気の量を低負荷で精度よく算出可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法の実現が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明者らは、演算負荷の低減化を図りつつ、筒内に吸入される空気の量を精度よく求めて内燃機関の良好な制御を可能にするために鋭意研究を重ね、その結果、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータに着目するに至った。より詳細には、本発明者らは、クランク角が θ である際に筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力を $P(\theta)$ とし、クランク角が θ である際の筒内容積を $V(\theta)$ とし、比熱比を κ とした場合に、筒内圧力 $P(\theta)$ と、筒内容積 $V(\theta)$ を比熱比 (所定の指数) κ で累乗した値 $V^*(\theta)$ との積として得られる制御パラメータ $P(\theta) \cdot V^*(\theta)$ (以下、適宜「 PV^* 」と記す) に着目した。そして、本発明者らは、クランク角に対する内燃機関の筒内における熱発生量 Q の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ PV^* の変化パターンとは、図 1 に示されるような相関を有することを見出した。ただし、図 1 において、 -360° 、 0° および 360° は、上死点に、 -180° および 180° は、下死点に対応する。

【0018】

図 1 において、実線は、所定のモデル気筒において所定の微小クランク角おきに検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の比熱比 κ で累乗した値との積である制御パラメータ PV^* をプロットしたものである。また、図 1 において、破線は、上記モデル気筒における熱発生量 Q を、熱発生率の式： $dQ/d\theta = \{dP/d\theta \cdot V + \kappa \cdot P \cdot dV/d\theta\} / \{\kappa - 1\}$ に基づき、 $Q = \int dQ$ として算出・プロットしたものである。なお、何れの場合も、簡単のために、 $\kappa = 1.32$ とした。

【0019】

図 1 に示される結果からわかるように、クランク角に対する熱発生量 Q の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ PV^* の変化パターンとは、概ね一致 (相似) している。更に、吸気行程中、すなわち、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間における熱発生量 Q と制御パラメータ PV^* との相関に注目すると、図 2 に示されるように、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間 (図 2 の例では、クランク角が -353° から -127° の範囲) において、制御パラメータ PV^* は、熱発生量 Q に概ね比例して増加する。

【0020】

ここで、吸気弁開弁時から吸気弁閉弁時までの間に筒内に吸入される空気のエネルギーは

、吸入空気量に比例する。そして、筒内に吸入される空気のエネルギーは、吸気弁開弁時および吸気弁閉弁時といった吸気行程中の少なくとも2点間における熱発生量 Q の変動分から求めることができる。従って、本発明者らによって見出された筒内における熱発生量 Q と制御パラメータ $P V^*$ との相関を利用すれば、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータ $P V^*$ から、高負荷な演算処理を要することなく、筒内に吸入された空気の量を精度よく算出することが可能となる。

【0021】

この場合、好ましくは、上記2点間における制御パラメータ $P V^*$ の差分に基づいて所定の制御量が算出される。上述のように、本発明者らが着目した制御パラメータ $P V^*$ は、内燃機関の筒内における熱発生量 Q を反映するものであり、吸気行程中の2点間における制御パラメータ $P V^*$ の差分は、当該2点間における筒内での熱発生量、すなわち、上記2点間で筒内に吸入された空気のエネルギーを示し、極めて低負荷で算出し得るものである。従って、吸気行程中の2点間における制御パラメータ $P V^*$ の差分を利用すれば、演算負荷を大幅に低減させつつ吸入空気量を精度よく算出することが可能となる。

【0022】

また、上記2点間における制御パラメータの差分 $P V^*$ と、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーとに基づいて筒内に吸入される空気の量が算出されると好ましい。このように、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギーを考慮して、制御パラメータの差分 $P V^*$ に基づいて算出される吸入空気量を補正することにより、吸入空気量の算出精度をより一層向上させることが可能となる。

【0023】

更に、制御パラメータ $P V^*$ が算出される2点は、吸気弁の開閉タイミングに応じて設定されると好ましい。これにより、いわゆる可変バルブタイミング機構を備えた内燃機関においても、制御パラメータ $P V^*$ に基づいて筒内に吸入される空気の量を精度よく算出することが可能となる。

【0024】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0025】

図3は、本発明による内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、シリンダブロック2に形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4を往復移動させることにより動力を発生するものである。なお、図1には1気筒のみが示されるが、内燃機関1は多気筒エンジンとして構成されると好ましく、本実施形態の内燃機関1は、例えば4気筒エンジンとして構成される。

【0026】

各燃焼室3の吸気ポートは、吸気マニホールドを介して吸気管5にそれぞれ接続され、各燃焼室3の排気ポートは、排気マニホールドを介して排気管6にそれぞれ接続されている。また、内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気ポートを開閉する吸気弁 V_i と、排気ポートを開閉する排気弁 V_e とが燃焼室3ごとに配設されている。各吸気弁 V_i および各排気弁 V_e は、例えば、可変バルブタイミング機能を有する動弁機構（図示省略）によって開閉させられる。更に、内燃機関1は、気筒数に応じた数の点火プラグ7を有し、点火プラグ7は、対応する燃焼室3内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

【0027】

各吸気管5（吸気マニホールド）は、図1に示されるように、サージタンク8に接続されている。サージタンク8には、給気ラインL1が接続されており、給気ラインL1は、エアクリーナ9を介して図示されない空気取入口に接続されている。そして、給気ラインL1の中途（サージタンク8とエアクリーナ9との間）には、スロットルバルブ（本実施形態では、電子スロットルバルブ）10が組み込まれている。一方、排気管6には、図1に示されるように、三元触媒を含む前段触媒装置11aおよび NO_x 吸蔵還元触媒を含む

後段触媒装置 11b が接続されている。

【0028】

更に、内燃機関 1 は、図 1 に示されるように、複数のインジェクタ 12 を有し、インジェクタ 12 は、対応する燃焼室 3 内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。また、内燃機関 1 の各ピストン 4 は、いわゆる深皿頂面型に構成されており、その上面には、凹部 4a が形成されている。そして、内燃機関 1 では、各燃焼室 3 内に空気を吸入させた状態で、各インジェクタ 12 から各燃焼室 3 内のピストン 4 の凹部 4a に向けてガソリン等の燃料が直接噴射される。これにより、内燃機関 1 では、点火プラグ 7 の近傍に燃料と空気との混合気の層が周囲の空気層と分離された状態で形成（成層化）されるので、極めて希薄な混合気を用いて安定した成層燃焼を実行することが可能となる。なお、本実施形態の内燃機関 1 は、いわゆる直噴エンジンとして説明されるが、これに限られるものではなく、本発明が吸気管（吸気ポート）噴射式の内燃機関に適用され得ることはいうまでもない。

【0029】

上述の各点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、各インジェクタ 12 および動弁機構等は、内燃機関 1 の制御装置として機能する ECU 20 に電氣的に接続されている。ECU 20 は、何れも図示されない CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、記憶装置等を含むものである。ECU 20 には、図 1 に示されるように、内燃機関 1 のクランク角センサ 14 を始めとした各種センサが電氣的に接続されている。ECU 20 は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、インジェクタ 12、動弁機構等を制御する。

【0030】

また、内燃機関 1 は、半導体素子、圧電素子あるいは光ファイバセンサ等を含む筒内圧センサ（筒内圧検出手段）15 を気筒数に応じた数だけ有している。各筒内圧センサ 15 は、対応する燃焼室 3 内に受圧面が臨むようにシリンダヘッドに配設されており、ECU 20 に電氣的に接続されている。各筒内圧センサ 15 は、対応する燃焼室 3 における筒内圧を検出し、検出値を示す信号を ECU 20 に与える。更に、内燃機関 1 は、サージタンク 8 内の空気温度を検出する温度センサ 16 を有している。温度センサ 16 は、ECU 20 に電氣的に接続されており、検出したサージタンク 8 内の空気温度を示す信号を ECU 20 に与える。

【0031】

次に、図 4 を参照しながら、上述の内燃機関 1 の各燃焼室 3 に吸入される空気の量の算出手順について説明する。

【0032】

内燃機関 1 が始動されると、図 4 に示されるように、ECU 20 は、各種センサの検出値に基づいて、機関回転数等の内燃機関 1 の運転条件を取得する（S10）。更に、ECU 20 は、内燃機関 1 の運転条件を取得すると、各燃焼室 3 に吸入される空気の量を算出するために必要な筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角 θ_1 および θ_2 （ただし、 $\theta_1 < \theta_2$ ）を決定する（S12）。本実施形態では、クランク角が θ_1 となる第 1 のタイミングは、吸気弁 V_i の開弁時と一致し、クランク角が θ_2 となる第 2 のタイミングは、吸気弁 V_i の閉弁時と一致する。

【0033】

ここで、本実施形態の内燃機関 1 では、吸気弁 V_i の開閉タイミングが動弁機構によって機関回転数等の運転条件に応じて変化させられる。このため、S12 において、ECU 20 は、機関運転条件に応じた動弁機構による吸気弁 V_i の進角量を求めると共に、求めた進角量と吸気弁 V_i の基本開閉タイミングとから、筒内圧の検出タイミングを規定するクランク角 θ_1 および θ_2 を決定する。このように、筒内圧力が検出される第 1 および第 2 タイミング、すなわち、制御パラメータ PV^* が算出されることになる 2 点は、吸気弁 V_i の開閉タイミングに応じて設定されると好ましい。これにより、可変バルブタイミン

グ機構を備えた内燃機関1において、制御パラメータ $P V^{\kappa}$ に基づいて各燃焼室3内に吸入される空気の量を精度よく算出することが可能となる。

【0034】

その後、ECU20は、図示されないアクセル位置センサからの信号等に基づいて内燃機関1の目標トルクを定めると共に、予め用意されているマップ等を用いて目標トルクに応じた吸入空気量（スロットルバルブ10の開度）および各インジェクタ12からの燃料噴射量（燃料噴射時間）を設定する。更に、ECU20は、スロットルバルブ10の開度を制御すると共に、各インジェクタ12から定められた量の燃料を例えば吸気行程中に噴射させる。また、ECU20は、点火制御用ベースマップに従って、各点火プラグ7による点火を実行させる。

【0035】

これと並行して、ECU20は、クランク角センサ14からの信号に基づいて内燃機関1のクランク角をモニタしている。そして、ECU20は、燃焼室3ごとに、クランク角が $S12$ にて定められた値 θ_1 （第1のタイミング）になると、筒内圧センサ15からの信号に基づいて、その時の筒内圧力 $P(\theta_1)$ を求める（ $S14$ ）。更に、ECU20は、燃焼室3ごとに、求めた筒内圧力 $P(\theta_1)$ と、筒内圧力 $P(\theta_1)$ の検出時、すなわち、クランク角が θ_1 となる時の筒内容積 $V(\theta_1)$ を比熱比 κ （本実施形態では、 $\kappa=1.32$ ）で累乗した値との積である制御パラメータ $P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)$ を算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（ $S16$ ）。

【0036】

$S16$ の処理の後、ECU20は、燃焼室3ごとに、クランク角が $S12$ にて定められた値 θ_2 （第2のタイミング）になると、筒内圧センサ15からの信号に基づいて、その時の筒内圧力 $P(\theta_2)$ を求める（ $S18$ ）。更に、ECU20は、燃焼室3ごとに、求めた筒内圧力 $P(\theta_2)$ と、筒内圧力 $P(\theta_2)$ の検出時、すなわち、クランク角が θ_2 となる時の筒内容積 $V(\theta_2)$ を比熱比 κ （本実施形態では、 $\kappa=1.32$ ）で累乗した値との積である制御パラメータ $P(\theta_2) \cdot V^{\kappa}(\theta_2)$ を算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（ $S20$ ）。

【0037】

上述のようにして、制御パラメータ $P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)$ および $P(\theta_2) \cdot V^{\kappa}(\theta_2)$ を求めると、ECU20は、燃焼室3ごとに、第1および第2のタイミングの間における制御パラメータ $P V^{\kappa}$ の差分を、

$$\Delta P V^{\kappa} = P(\theta_2) \cdot V^{\kappa}(\theta_2) - P(\theta_1) \cdot V^{\kappa}(\theta_1)$$

として算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（ $S22$ ）。

【0038】

ここで、制御パラメータ $P V^{\kappa}$ は、上述のように、内燃機関1の各燃焼室3内における熱発生量 Q に概ね比例するものであり（図2参照）、吸気行程中の2点間、すなわち、第1のタイミング（吸気弁開弁時）と第2のタイミング（吸気弁閉弁時）との間における制御パラメータ $P V^{\kappa}$ の差分 $\Delta P V^{\kappa}$ は、クランク角 $=\theta_1$ となる第1のタイミングと、クランク角 $=\theta_2$ となる第2のタイミングとの間における各燃焼室3での熱発生量、すなわち、吸気弁 V_i が開弁されてから閉弁されるまでの間に各燃焼室3に吸入された空気のエネルギーに比例するものである。そして、吸気弁 V_i が開弁されてから閉弁されるまでの間に各燃焼室3内に吸入される空気のエネルギーは、吸入空気量に比例する。

【0039】

従って、各燃焼室3に吸入された空気の量 M_c は、差分 $\Delta P V^{\kappa}$ の熱発生量 Q に対する比例定数を α とすれば、次の（1）式に従って算出することができる。

【0040】

【数 1】

$$M_c = \frac{\alpha \cdot \Delta P V^* - Q_w}{\frac{\kappa}{\kappa - 1} R T_{in}} \quad \dots (1)$$

【0041】

ただし、 Q_w ：シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー、 κ ：比熱比（本実施形態では、例えば $\kappa = 1.32$ ）、 R ：気体定数、 T_{in} ：吸入空気の温度である。

【0042】

図4に示されるように、ECU20は、S22にて求めた第1のタイミングと第2のタイミングとの間における制御パラメータ $P V^*$ の差分 $\Delta P V^*$ 、温度センサ16によって検出される吸入空気（サージタンク8内の空気）の温度、および、所定のマップから読み出したシリンダ壁部に伝わる熱エネルギー Q_w を用いると共に、上記（1）式に従って、吸気弁 V_i が開弁されている間に各燃焼室3内に吸入された空気の量を算出する（S24）。

【0043】

このように、各燃焼室3における熱発生量 Q と制御パラメータ $P V^*$ との相関を利用すれば、筒内圧センサ15によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータ $P V^*$ から、各燃焼室3に吸入された空気の量を高負荷な演算処理を要することなく精度よく算出することが可能となる。そして、ECU20は、上述のようにして算出した各燃焼室3への吸入空気量 M_c を用いて、例えば内燃機関1における空燃比制御等を実行する。従って、本実施形態の内燃機関1では、高精度な機関制御が低負荷で簡易に実行されることになる。特に、内燃機関1では、吸気行程中の2点間における制御パラメータの差分 $P V^*$ に基づいて吸入空気量が算出されるので、圧縮行程中の2点における筒内圧力に基づいて吸入空気量を求める場合のように、燃料の噴射タイミングが遅れてしまって筒内における燃焼不良を招いてしまうといった不具合が確実に防止される。

【0044】

また、本実施形態では、上記（1）式に従って吸入空気量が算出される際に、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー Q_w によって、制御パラメータの差分 $P V^*$ に基づいて算出される吸入空気量が補正されることになる。これにより、本実施形態では、吸入空気量 M_c の算出精度をより一層向上させることが可能となる。なお、シリンダ壁部に伝わる熱エネルギー Q_w を求めるためのマップは、熱エネルギー Q_w と、吸入空気の温度およびシリンダ壁部の温度等との関係を規定するものとして予め用意されており、ECU20は、温度センサ16の検出値や、図示されない温度センサにより検出されるシリンダ壁部の温度等に基づいて、当該マップからシリンダ壁部に伝わる熱エネルギー Q_w を読み出す。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明において用いられる制御パラメータ $P V^*$ と、燃焼室内における熱発生量との相関を示すグラフである。

【図2】燃焼室内における熱発生量と制御パラメータ $P V^*$ との相関を示すグラフである。

【図3】本発明による内燃機関を示す概略構成図である。

【図4】図3の内燃機関の各燃焼室に吸入される空気の量を算出する手順を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

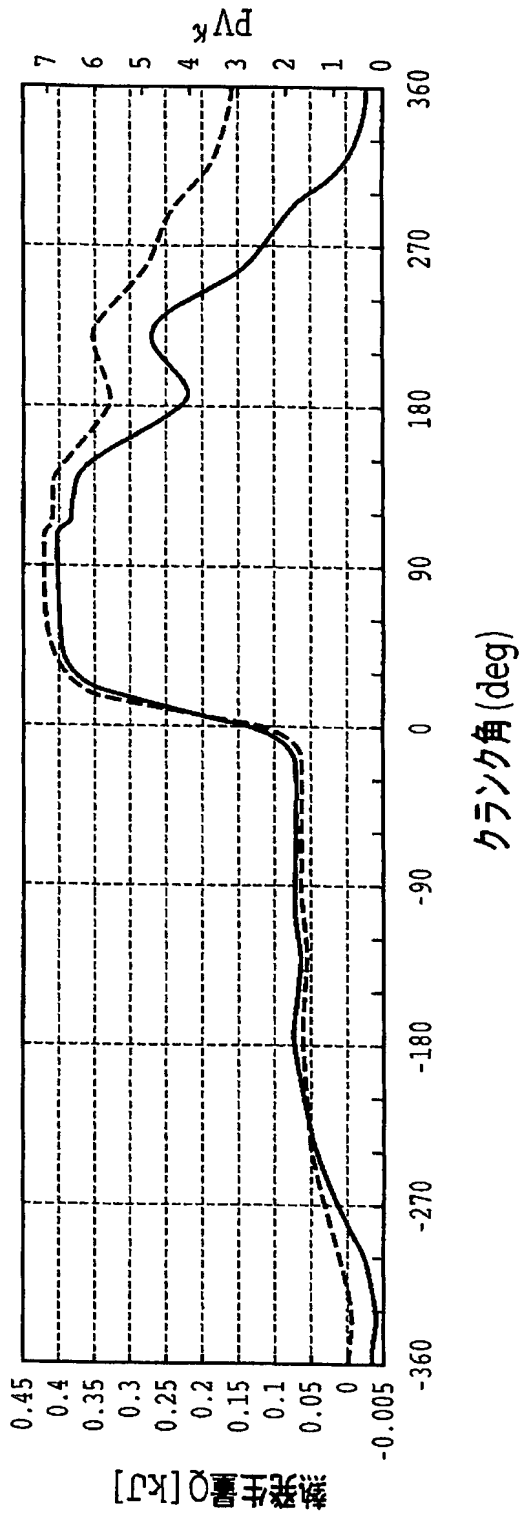
【0046】

- 1 内燃機関
- 3 燃焼室
- 4 ピストン

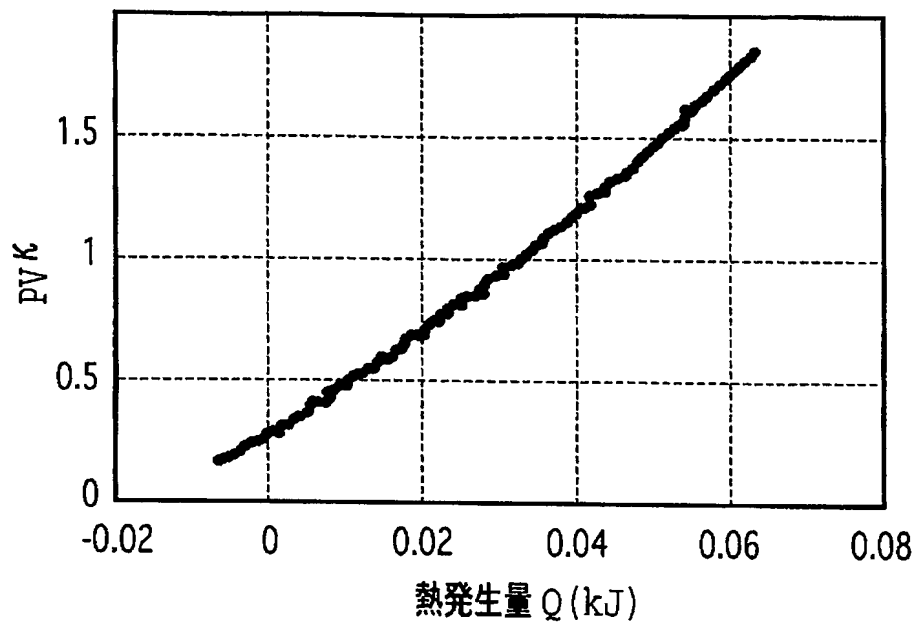
1 4 クランク角センサ
1 5 筒内圧センサ
1 6 温度センサ
V e 排気弁
V i 吸気弁

【書類名】図面

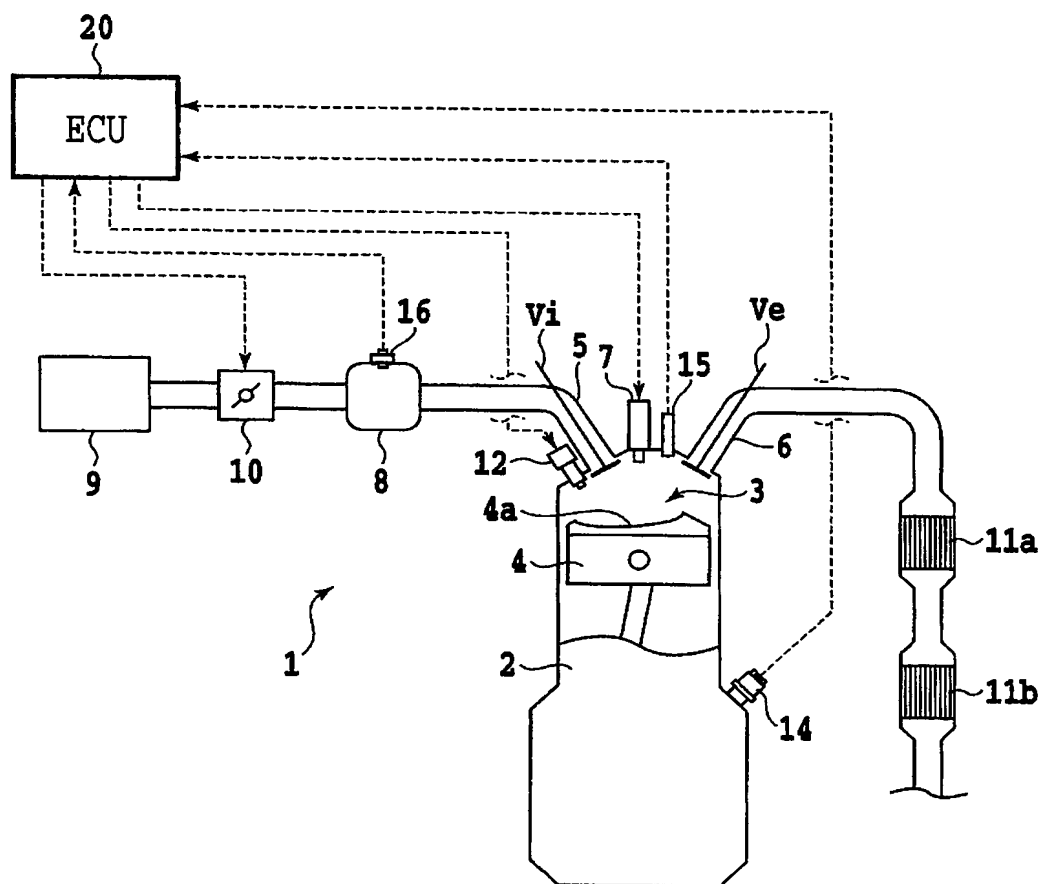
【図1】



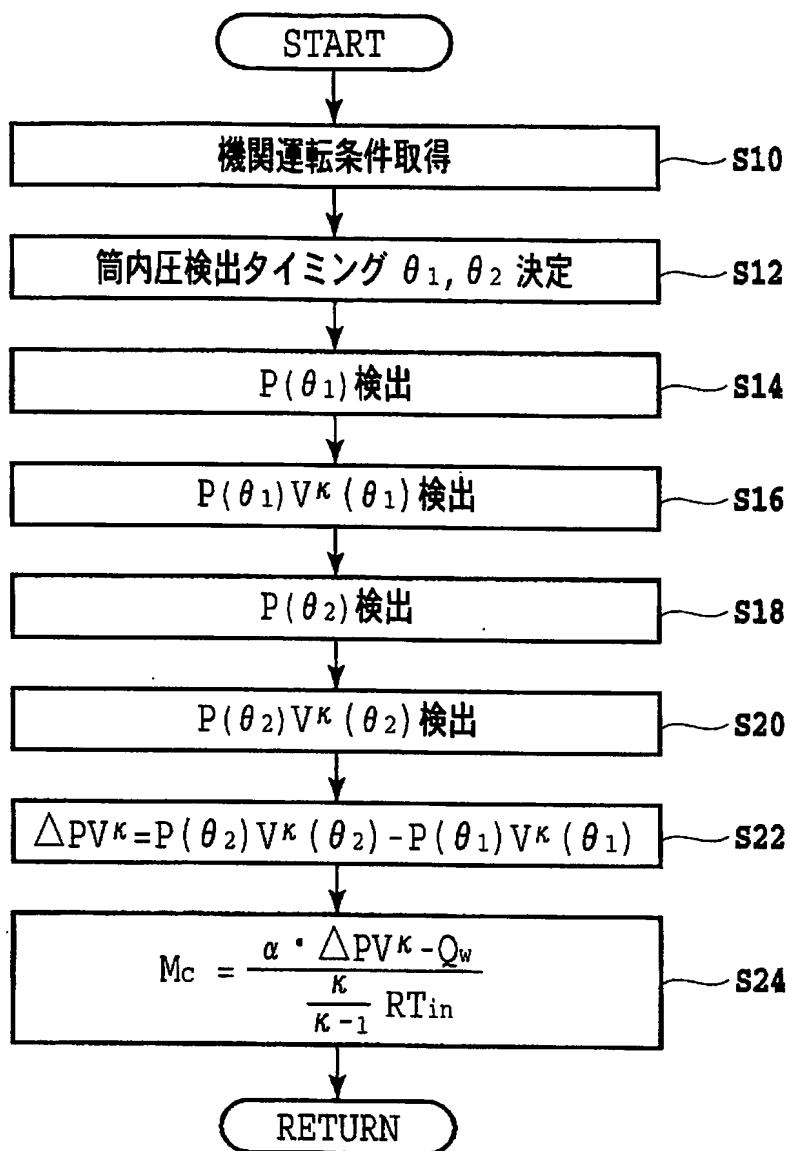
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 筒内に吸入された空気の量を低負荷で精度よく算出可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の吸入空気量算出方法の提供。

【解決手段】 燃料および空気の混合気を各燃焼室 3 内で燃焼させて動力を発生する内燃機関 1 は、燃焼室 3 に設けられて筒内圧力を検出する筒内圧センサ 1 5 および E C U 2 0 を備える。E C U 2 0 は、筒内圧センサ 1 5 によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積である制御パラメータを吸気弁 V i の開弁所定の 2 点について算出すると共に、当該 2 点間における制御パラメータの差分に基づいて各燃焼室 3 に吸入される空気の量を算出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 7 6 2 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.